

SKRIPSI

STUDI ADSORPSI HIDROGEL GUARAN DAN KOMPOSITNYA DENGAN TiO_2 TERHADAP ADSORBAT PEWARNA



Diajukan oleh

Tommy Lee NRP: 5203017015

Marcelina Samsuar NRP: 5203017010

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Tommy Lee

NRP : 5203017015

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Disetujui oleh

Pembimbing I



Shella Permatasari
Santoso, Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Pembimbing II



Maria Yuliana, Ph.D.

NIK. 521.18.1010

Penguji I



Sandy Budi Hartono,
Ph.D.

NIK. 52199.0401

Penguji II



Prof. Felycia Edi
Soetaredjo

NIK. 521.99.0391

Penguji III




Ir. Setiyadi, M.T

NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suradi Ismadji, IPM.

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Sanjaya, Ph.D., IPM

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Marcelina Samsuar

NRP : 5203017010

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Disetujui oleh

Pembimbing I



Shella Permatasari
Santoso, Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Pembimbing II



Maria Yuliana, Ph.D.

NIK. 521.18.1010

Penguji I



Sandy Budi Hartono,
Ph.D.

NIK. 52199.0401

Penguji II



Prof. Felycia Edi
Soetaredjo

NIK. 521.99.0391

Penguji III



Ir. Setiyadi, M.T

NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suryadi L. Hadji, IPM.

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Sanjaya, Ph.D., IPM

NIK. 521.99.0401

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Tommy Lee
NRP : 5203017015

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Studi Adsorpsi Hidrogel Guaran dan Kompositnya Dengan TiO_2 Terhadap Adsorbat Pewarna

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 Juli 2020

Yang Menyatakan,



(Tommy Lee)
5203017015

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Marcelina Samsuar
NRP : 5203017010

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Studi Adsorpsi Hidrogel Guaran dan Kompositnya Dengan TiO_2 Terhadap Adsorbat Pewarna

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 Juli 2020

Yang Menyatakan,



(Marcelina Samsuar)
5203017010

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 21 Juli 2020
Mahasiswa,



Tommy Lee
5203017015

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 21 Juli 2020
Mahasiswa,



Marcelina Samsuar
5203017010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Adsorpsi Hidrogel Guaran dan Kompositnya Dengan TiO_2 Terhadap Adsorbat Pewarna” tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Shella P.S, S.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
2. Maria Y, S.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
3. Prof. Felycia E.S, IPM., Sandy B.H, Ph.D., IPM., dan Ir. Setiyadi, M.T., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan masukan pada proposal dan seminar *progress report* dalam penelitian ini.
4. Dra. Adriana. A. A., M.Si., selaku Ketua Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Teknik Kimia dan Prof. Felycia E.S, IPM., selaku Ketua Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia yang telah memberi

kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat – alat laboratorium.

5. Bpk. Novi selaku laboran Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Teknik Kimia dan Bpk. Pudjo selaku laboran Laboratorium Operasi Teknik Kimia Analisa Jurusan Teknik Kimia, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Prof. Suryadi Ismadji, IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
7. Sandy B.H, Ph.D., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh rekan – rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 21 Juli 2020

Penulis

ARTI LAMBANG DAN TATA NAMA

A	= Konstanta Redlich-Peterson (L/g)
B	= Konstanta afinitas adsorpsi (L/mg)
BET	= <i>Brunauer Emmett Teller</i>
Ce	= Konsentrasi larutan pada saat setimbang (mg/L)
E	= Energi adsorpsi (kJ/mol) = $(2\beta)^{-1/2}$
ECH	= <i>Epichlorohydrin</i>
EDX	= <i>Energy Dispersive X-ray</i>
FTIR	= <i>Fourier Transform Infrared</i>
GG	= Guar Gum
HGG	= Hidrogel Guar Gum
HGG-TiO ₂	= Hidrogel Guar Gum dengan komposit TiO ₂
K _{DR}	= Konstanta Dubinin – Radushkevich (L/mg)
Kc	= Konstanta kesetimbangan adsorpsi
K _F	= Konstanta Freundlich (L/mg)
K _L	= Konstanta Langmuir (L/mg)
K _S	= Konstanta Sips (L/mg)
n	= Heterogenitas adsorpsi
pHpzc	= <i>Point of Zero Charge</i>
qe	= Jumlah adsorbat yang teradsorpsi pada saat setimbang (mg/g)
qm	= Kapasitas adsorpsi maksimum pada keadaan monolayer (mg/g)
qt	= Jumlah adsorbat yang teradsorpsi pada saat waktu t (mg/g)
R	= tetapan gas ideal (J/mol.K)
SEM	= <i>Scanning Electron Microscopy</i>
T	= Suhu adsorpsi (K)
XRD	= <i>X-ray Diffractometer</i>
β	= koefisien eksponensial
ε	= Polanyi potential = $RT \ln(1+1/C_e)$ (kJ/mol)
ΔG	= Perubahan Energi Gibbs (kJ/mol)
ΔH	= Perubahan Entalpi (kJ/mol)
ΔS	= Perubahan Entropi (kJ/mol K)

INTISARI

Polisakarida alami bernama guar gum (guaran) digunakan sebagai bahan dasar pembuatan hidrogel, yang selanjutnya digunakan sebagai media adsorpsi untuk pewarna metilen biru. Hidrogel dari guaran kemudian dibuat juga kompositnya dengan cara menambahkan nanopartikel TiO_2 . Penambahan TiO_2 ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi. Pada penelitian ini, karakterisasi terhadap hidrogel guaran dan kompositnya dengan TiO_2 dilakukan dengan menggunakan analisa FTIR *spectroscopy*, *Scanning Electron Microscopy*-EDX, *X-ray diffraction*, dan N_2 *sorption*. Pengaruh variasi massa, suhu, dan pH terhadap kapasitas adsorpsi dipelajari. Dalam penelitian ini juga dilakukan penentuan kinetika adsorpsi metilen biru menggunakan persamaan pseudo-orde satu dan pseudo-orde dua, sedangkan isoterm adsorpsinya menggunakan model persamaan Langmuir, Freundlich, Redlich - Peterson, Sips, dan Dubinin-Radushkevich. Parameter termodinamika adsorpsi juga ditentukan untuk menentukan energi adsorpsi. Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan hidrogel dari bahan baku selulosa; yang dipelajari dalam studi terpisah. Melalui hasil penelitian, didapatkan bahwa hidrogel guaran yang dibuat dengan 5% guaran mampu menghilangkan 69,11% metilen biru dari larutan. Kapasitas adsorpsi maksimum yang didapatkan melalui model Langmuir adalah sebesar 224,01 mg/g, dimana kondisi adsorpsinya adalah suhu 30°C dan pH 10. Permodelan data adsorpsi isoterm terbaik didapatkan dengan pencocokan data dengan model persamaan Langmuir. Sedangkan, secara kinetik, model kinetik pseudo-orde satu didapati cocok dengan data percobaan yang diperoleh. Evaluasi parameter termodinamika yaitu ΔH , ΔS , dan ΔG menunjukkan bahwa adsorpsi metilen biru pada hidrogel guaran terjadi secara spontan dan eksotermik. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa guaran dapat digunakan sebagai hidrogel. Hidrogel guaran dan kompositnya dapat digunakan untuk menyerap metilen biru. Namun, diperlukan kajian atau percobaan lebih lanjut untuk dapat mengaplikasikan hidrogel ini sebagai basis penyerap zat warna pada limbah industri yaitu metilen biru.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
ARTI LAMBANG DAN TATA NAMA	x
INTISARI	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1.Latar Belakang	1
I.2.Rumusan Masalah.....	2
I.3.Tujuan Penelitian.....	3
I.4.Pembatasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1.Guar Gum dan Hidrogel Guar Gum.....	4
II.2.Sifat Metilen Biru dan Bahayanya	6
II.3.Adsorpsi	7
II.4. Termodinamika Adsorpsi	10
II.5. Adsorpsi Hidrogel Terhadap Zat Warna yang Telah Diteliti	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
III.1. Bahan dan Alat.....	14
III.2. Variabel Penelitian.....	15
III.3. Cara Kerja.....	17
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	20
IV.1. Karakterisasi adsorben	20
IV.2. Adsorpsi dan Penghilangan Metilen Biru	24
IV.3. Analisa Termodinamika.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
V.1. Kesimpulan.....	37
V.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN A	45
LAMPIRAN B	48
LAMPIRAN C	51
LAMPIRAN D	52
LAMPIRAN E	54
LAMPIRAN F.....	58

LAMPIRAN G 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Struktur Kimia GG.....	4
Gambar II.2. Struktur Kimia Metilen Biru	6
Gambar IV.1 Hubungan antara Konsentrasi GG dalam Hidrogel dengan Persen <i>Removal</i> Konsentrasi Metilen Biru	24
Gambar IV.2 Hubungan antara pH dengan Persen Kehilangan Konsentrasi Metilen Biru	26
Gambar IV.3 Penentuan <i>Point of Zero Charge</i> (pHpzc).....	27
Gambar IV.4 Hubungan antara Suhu dengan Persen Kehilangan Konsentrasi Metilen Biru	28
Gambar IV.5 Hubungan antara C_e dengan q_e untuk Isoterm Adsorpsi pada Suhu 30°C, 40°C, dan 50°C	29
Gambar IV.6 Hubungan antara q_t dengan t untuk Kinetika Adsorpsi.....	33
Gambar IV.7 Hubungan antara Perubahan Energi Gibbs (ΔG) dengan Suhu (T) Pada Analisa Termodinamika	35
Gambar A.1. Kurva Baku Metilen Biru	47
Gambar G.1. Spektrum FTIR HGG (garis merah) dan HGG-TiO ₂ (garis hitam)	59
Gambar G.2. SEM dari (a) Bubuk Guar Gum (b) HGG 3.5%, (c) HGG 5%, (d) HGG 7%, (e) HGG-TiO ₂ , (f) EDX dari HGG-TiO ₂	60
Gambar G.3. XRD pada (a) HGG (b) HGG-TiO ₂	61
Gambar G.4. Grafik BET pada (a) HGG 2%, (b) HGG 3,5%, (c) HGG 5%, (d) HGG 6,5%, (e) HGG 7%	62

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Metode Pembuatan HGG dan Aplikasi	6
Tabel II.2. Persamaan Kinetika Adsorpsi	8
Tabel II.3. Persamaan Isoterm Adsorpsi	10
Tabel II.4. Studi Adsorpsi HGG Terhadap Zat Warna	12
Tabel IV.1. Gugus Fungsi Hidrogel Guar Gum dan Hidrogel Guar Gum-TiO ₂	21
Tabel IV.2. Properti tekstur HGG	23
Tabel IV.3. Parameter Isoterm Adsorpsi	30
Tabel IV.4. Parameter Kinetika Pseudo Orde 1 dan 2 untuk Adsorpsi Metilen Biru	34
Tabel IV.5. Parameter Analisa Termodinamika Pada Adsorpsi Metilen Biru	36
Tabel A.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	46
Tabel C.1 Pengaruh konsentrasi GG terhadap persen <i>removal</i> , C ₀ = 100 ppm	51
Tabel D.1 Isoterm adsorpsi HGG, suhu 30°C	52
Tabel D.2 Isoterm adsorpsi HGG, suhu 40°C	52
Tabel D.3 Isoterm adsorpsi HGG, suhu 50°C	53
Tabel E.1 Kinetika adsorpsi HGG (1), C ₀ = 100 ppm	54
Tabel E.2 Kinetika adsorpsi HGG (2), C ₀ = 100 ppm	54
Tabel E.3 Kinetika adsorpsi HGG (1), C ₀ = 300 ppm	55
Tabel E.4 Kinetika adsorpsi HGG (2), C ₀ = 300 ppm	55
Tabel E.5 Kinetika adsorpsi HGG (1), C ₀ = 500 ppm	56
Tabel E.6 Kinetika adsorpsi HGG (2), C ₀ = 500 ppm	56
Tabel F.1 Penentuan termodinamika adsorpsi	58